

Формирование доменной структуры под действием ионного пучка в легированных магнием кристаллах ниобата лития

Власов Е.О.¹

Научные руководители: Чезганов Д.С.², к. ф.-м. н., старший научный сотрудник,
Шур В.Я.³, д. ф.-м. н., профессор

Институт естественных наук и математики, Уральский федеральный университет
¹evgeny.vlasov@urfu.ru; ²chezganov.dmitry@urfu.ru; ³vladimir.shur@urfu.ru

Проведено комплексное исследование формирования доменной структуры в монокристаллах ниобата лития, легированного MgO (MgO:LN), при облучении сфокусированным пучком ионов Ga⁺. Результаты объяснены с использованием кинетического подхода [1]. Полученные знания позволили получить регулярные доменные структуры (РДС) высокого качества с малыми периодами [2].

Облучение свободной, а также покрытой 500 нм слоем фоторезиста полярной Z+ поверхности пластин MgO:LN производилось с помощью двухлучевой рабочей станции Auriga Crossbeam (Carl Zeiss). Система ионно-лучевой литографии Elphy Multibeam (Raith GmbH) использовалась для контроля параметров облучения и позиционирования пучка. На противоположную Z- поверхность был нанесен Cu электрод, который заземлялся во время облучения. Визуализация доменной структуры осуществлялась различными микроскопическими методами: оптической и сканирующей электронной микроскопией после селективного химического травления, сканирующей зондовой микроскопией (СЗМ) и конфокальной микроскопией комбинационного рассеяния. Микроскопией зонда Кельвина использовалась для измерения потенциала поверхности.

Установлены основные закономерности формирования изолированных доменов под действием ионного пучка. Измеренные зависимости размеров доменов от дозы облучения имеют линейный характер аналогичный полевой зависимости при локальном переключении с помощью проводящего зонда СЗМ. Стоит отметить, что размер доменов в образцах со слоем фоторезиста был существенно больше, чем в образцах со свободной поверхностью, что обусловлено лучшей локализацией заряда. Выявлено изменение формы изолированных доменов с ростом дозы. В образцах со свободной поверхностью форма изменялась от неправильной шестиугольной к правильной, а в MgO:LN со слоем резиста – от треугольной к шестиугольной. Экспериментальный факт отнесен за счет изменения условий экранирования деполяризующего поля в результате локального удаления поверхностного слоя под действием ионного пучка. Скругление граней многоугольников обусловлено сочетанием детерминированного и стохастического зародышеобразования во время движения доменных стенок. Показано, что время переключения существенно меньше времени релаксации заряда и переключение поляризации происходит в постоянном поле, создаваемом источником, локализованным в слое резиста.

Полученные экспериментальные данные позволили оптимизировать процесс периодического полинга. Созданы РДС с малыми периодами: (1) двумерная матрица изолированных доменов радиусом около 300 нм, периодом 1 мкм и глубиной 400 мкм и (2) одномерная полосовая регулярная структура сквозных доменов с периодом 2 мкм. Полученные структуры демонстрируют высокое качество и однородность и в будущем могут быть применены в устройствах нелинейной оптики.

Работа выполнена с использованием оборудования УЦКП «Современные нанотехнологии» УрФУ, при финансовой поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых (МК-8441.2016.2) и Правительства Российской Федерации (постановление 211, контракт 02.A03.21.0006).

Литература

1. Shur V.Ya., *J. Mater. Sci.* **41**, 199 (2006).
2. Chezganov D.S., Shur V.Ya., Vlasov E.O., et al. *Appl. Phys. Lett.* **110**, 052708 (2017).